

# ЧИСЛЕНО ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА ГЕОМЕТРИЧНИТЕ ПАРАМЕТРИ НА ПЪЛНИТЕЛНА СИСТЕМА ВЪРХУ МОЩНОСТНИТЕ ПОКАЗАТЕЛИ НА БЕНЗИНОВ ДВИГАТЕЛ

**НИКОЛАЙ МИЛКОВ**

Технически университет, София, България  
[milkov\\_89@abv.bg](mailto:milkov_89@abv.bg)

**ПЛАМЕН ПУНОВ**

Катедра „Двигатели, автомобилна техника и транспорт“, Технически университет, София, България  
[plamen\\_punov@tu-sofia.bg](mailto:plamen_punov@tu-sofia.bg)

## Abstract:

The article presents a theoretical research the influence of the geometrical parameters on the gasoline engine performance. Description of the different construction of the variable intake system in modern gasoline engines was present. For estimation of the engine performance the theoretical model was made. The model of the gasoline engine has been made by Ricardo Wave software. Several geometrical parameters as plenum volume, both diameter and length of the intake pipes have been changed during the research. The results are present as in each comparison only one geometrical parameter is changed.

**Keywords:** gasoline engine, intake manifold, variable intake manifold, modeling

## 1. Въведение

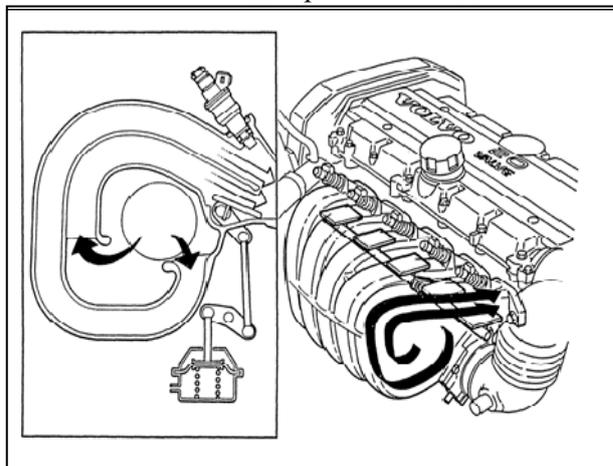
Бързото развитие на техниката и на технологиите води до нуждата от все повече и все по-усъвършенствани енергоизточници. От доста години развитието на един от тях е основен приоритет на техниката, а именно на двигателите с вътрешно горене. Те са основен източник на енергия за стационарните и транспортните машини и тяхното развитие е показател за развитието на техниката и човечеството. Въпреки огромните темпове на развитие двигателите с вътрешно горене са се запазили принципно едни и същи, но въпреки това те все още не могат да бъдат заменени като основен енергоизточник. Това показва, че въпреки недостатъците си (нисък к.п.д., висока степен на замърсяване на околната среда, сравнително високи нива на шум и вибрации), двигателите с вътрешно горене ще бъдат още дълго време незаменими енергоизточници.

## 2. Системи за променлива геометрия на пълнителната система.

Системите за променлива геометрия на пълнителната система набират популярност от средата на 90-те години насам [1]. Използват се за да се постигне по-висок въртящ момент в ниските и средни обороти без увеличаване на консумацията на гориво и без загуба на мощност във високи обороти, като по този начин се подобрява еластичността на двигателя. Класическият пълнителен колектор за се изчислява като геометрия така, че да осигури получаването голяма мощност при високи обороти или голям въртящ момент при ниски, или

компромисен вариант между двете [1,3]. Системите за промяна на геометрията, от друга страна, добавят един или два допълнителни етапа, чрез които да се оптимизират характеристиките при различните обороти на двигателя. Ефекта, който се получава е подобен на ефекта от системите за промяна на фазите на газоразпределение, с тази разлика, че по-голяма полза има за въртящия момент в ниски обороти, отколкото за мощността при високи. Тази особеност го прави особено подходящо за серийните автомобили, както и за по-добро управление при спортните автомобили. Съществуват два вида такива колектори с променлива дължина и с променливи обеми. И при двата вида се използват газодинамичните процеси, за да постигнат един и същ резултат [2,3].

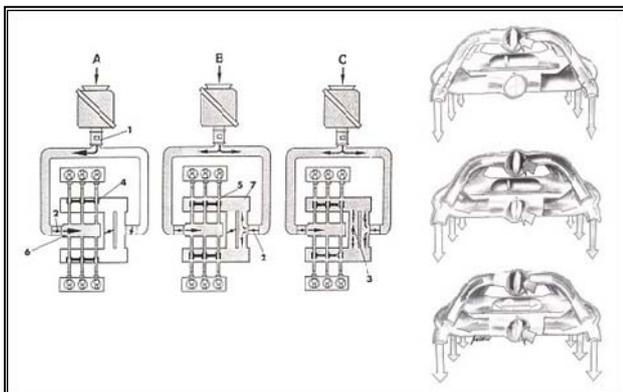
Колектори с променлива дължина (фиг.1) най-често включват два различни по дължина пъл-



Фиг.1. Пълнителен колектор с променлива дължина на пълнителните тръбопроводи

нителни тръбопровода към всеки цилиндър [4]. Късият тръбопровод осигурява по-добро напълване на цилиндрите с прясно работно вещество при високи обороти. Дългият тръбопровод спомага за по-добро пълнене при ниски и средни честоти на въртене и така подобрява максималния въртящ момент. Освен това по-дългия път на горивото и въздуха води до по-доброто смесообразуване.

Колектор с променливи обеми фиг.2 най-



Фиг.2. Пълнителен колектор на фирмата Порше с променливи обеми

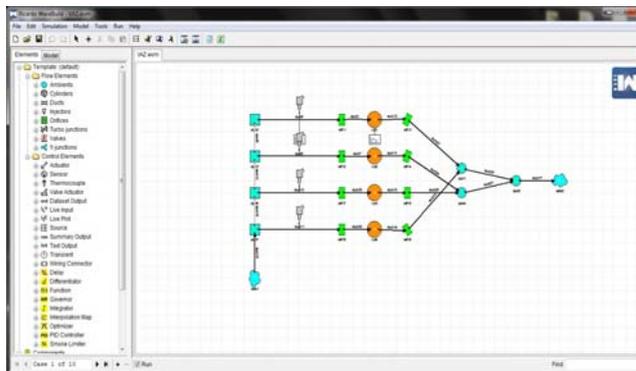
често се използват при боксерните и V-образните двигателите с цел да се подобрят мощностните показатели при средни и високи обороти [6]. Всяка група цилиндри се захранва от обща камера през отделни тръби. Двете камери са свързани с две тръби с различен диаметър. Едната от тях може да се запушва от клапан, контролиран от системата за управление на двигателя. Редът на запалване е така избран, че цилиндрите да всмукват алтернативно от всяка камера, създавайки вълна от налягане между тях. Ако честотата на вълната на налягането съвпадне с оборотите, това спомага за пълненето на цилиндрите. Понеже тази честота зависи от напречното сечение на свързващите тръби, затваряйки една от тях при ниски обороти площта и съответно честотата се намаляват, подобрявайки ефективността при средни обороти. При високи клапанът е отворен за по-бързо пълнене на цилиндрите. Резонансните колектори са използвани в различни модели на Porsche. От 993 насам Porsche ги комбинират с допълнителен колектор с променлива дължина и създават 3-етапната система Varioram

### 3. Създаване на модел на двигателя с помощта на програмата Ricardo Wave

За създаването на софтуерен модел на зададения реален двигател е използвана програмата RICARDO WAVE, която дава възможност за изследване и моделиране на всички основни елементи, параметри и показатели на двигателите с вътрешно горене. Опитата показва, че резултатите, получени от софтуерния продукт, са изключително близки до

тези снети от реален двигател. Моделът се построява, като за всеки един отделен елемент отговарящ на съответен компонент на двигателят, се въвеждат геометричните параметри [5].

Всеки един от елементите дава възможност



Фиг.3. Модел на двигателя в работната среда на програмата Ricardo Wave.

за настройка на характеристиките му чрез поредица от панели и менюта в тях.

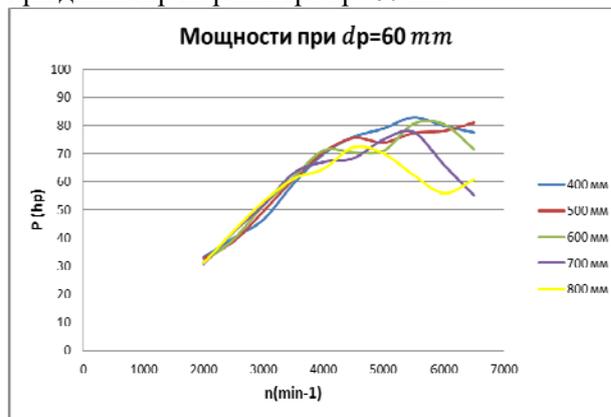
Основните геометрични параметри са дадени в следващата таблица.

Брой на цилиндрите [i]	4
Диаметър на цилиндъра [D]	79mm
Ход на буталото [H]	60mm
Степен на сгъстяване [ε]	8,5
Честота на въртене [n]	2000÷6500 rpm
Въздушно отношение [α]	0,5
Брой клапани на цилиндър	2

## 4. Резултати от изследването на модела

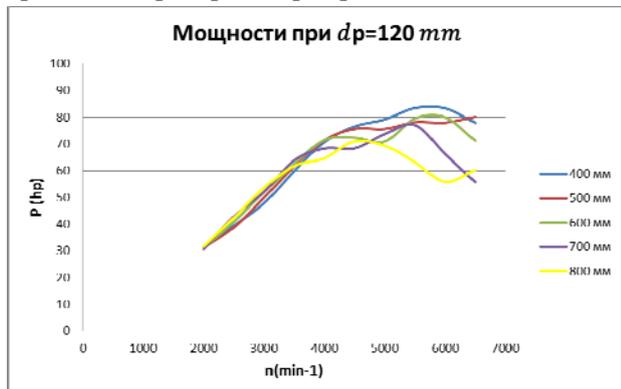
### 4.1. Изследване влиянието на обема на ресивъра върху мощностните показатели на двигателя.

На фиг.4 е показано изменението на мощността на двигателя по външна честотна характеристика при изменение на дължината на пълнителните тръбопровода в диапазона от 400 до 800мм при диаметър на ресивъра  $d_p=60$  мм.



Фиг.4 Изменение на ефективната мощност на двигателя при диаметър на ресивъра 60мм и различна дължина на пълнителните тръбопровода

На фиг.5 е показано изменението на мощността на двигателя по външна честотна характеристика при изменение на дължината на пълнителните тръбопроводи в диапазона от 400 до 800мм при диаметър на ресивъра  $d_r=120$  мм.

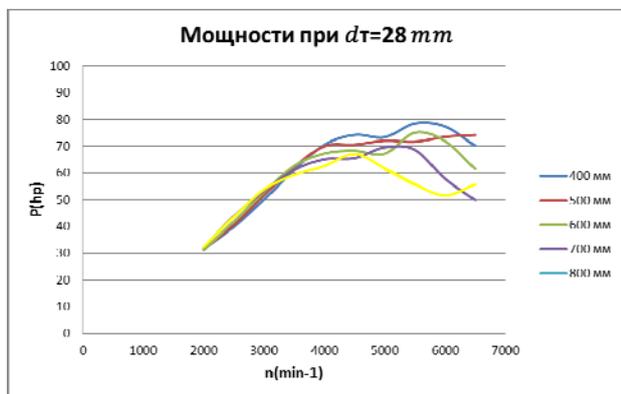


Фиг.5 Изменение на ефективната мощност на двигателя при диаметър на ресивъра 120мм и различна дължина на пълнителните тръбопроводи

Получените резултати показват, че при ресивър с диаметър 120 мм имаме повишаване на мощността от една до три конски сили във високите обороти, а в ниските имаме понижаване с до две конски сили в сравнение с ресивър с диаметър 60 мм. Основното предимство на ресивъра с 120мм диаметър е по-добрата работа във високите обороти, заради използването на една и съща дължина в по-голям честотен диапазон. Поради това в следващите изследвания е избран ресивъра с по-голям диаметър.

#### 4.2.Изследване влиянието на дължината и диаметъра на пълнителните тръбопроводи върху мощностните показатели.

На фиг.6 до фиг.12 са показани мощностните показатели на двигателя при изменение на диаметъра на пълнителните тръбопроводи от 28 до

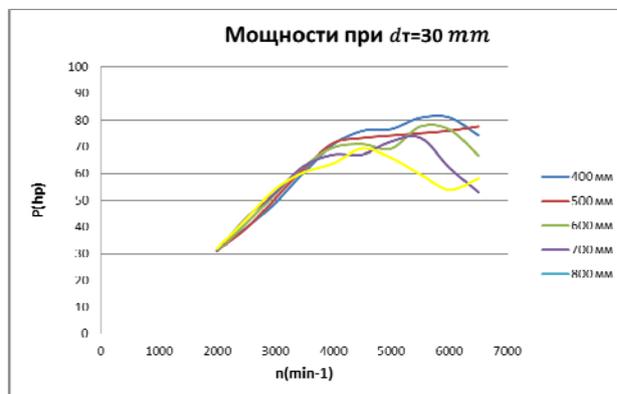


Фиг.6 Изменение на ефективната мощност на двигателя при диаметър на пълнителните тръбопроводи 28мм и изменение на дължината от 400 до 800мм

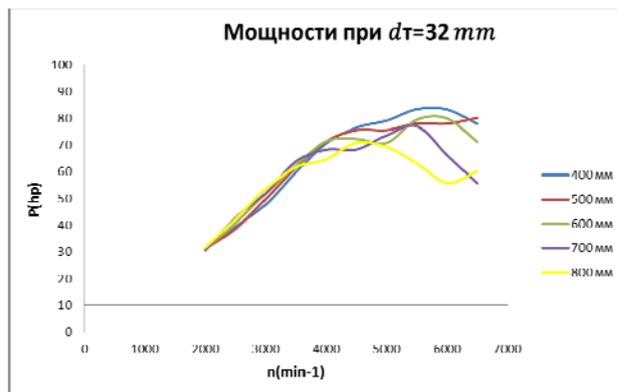
40мм и дължина на тръбопроводите от 400 до 800мм

Резултатите показват, че увеличаването на диаметъра на тръбопроводите повишава мощността на двигателя, като в диапазона от  $d_t=28$  мм до

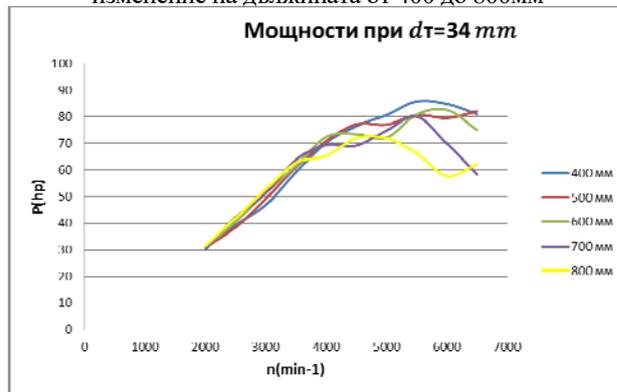
$d_t=40$  мм имаме повишаване на мощността с 21 конски сили във високите обороти, за сметка на загуба на мощност в ниските обороти до четири конски сили. Основен недостатък на системите с големи диаметри на тръбопроводите е по-честата нужда от смяна на различни дължини на тръбопроводите в зависимост от оборотите за достигане на оптималната работа на пълнителната системата.



Фиг.7 Изменение на ефективната мощност на двигателя при диаметър на пълнителните тръбопроводи 30мм и изменение на дължината от 400 до 800мм

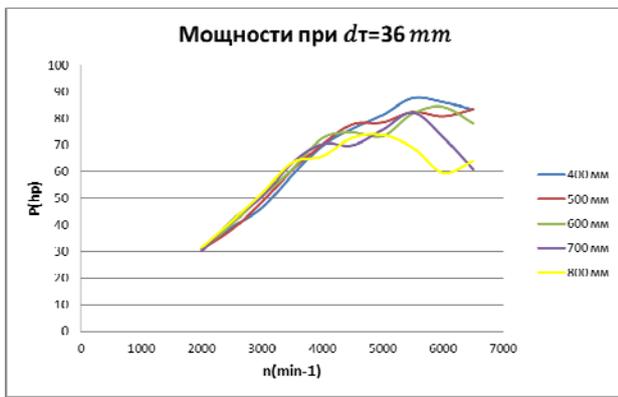


Фиг.8 Изменение на ефективната мощност на двигателя при диаметър на пълнителните тръбопроводи 32мм и изменение на дължината от 400 до 800мм

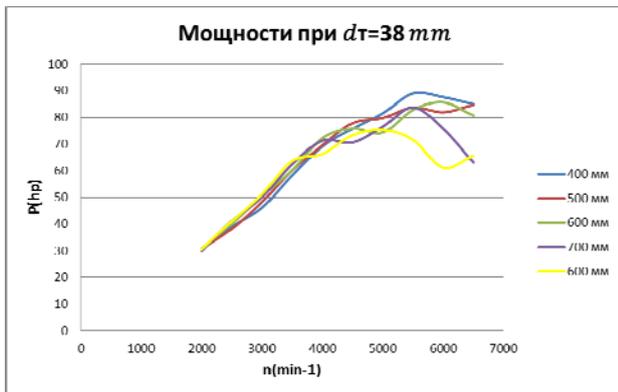


Фиг.9 Изменение на ефективната мощност на двигателя при диаметър на пълнителните тръбопроводи 34мм и изменение на дължината от 400 до 800мм

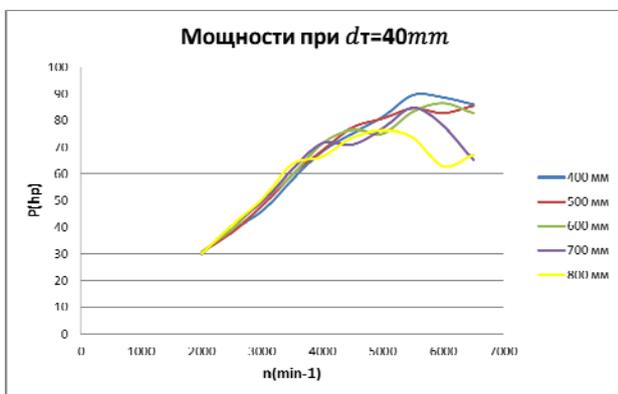
Увеличаването на дължината на тръбопроводите води до повишаване на мощността в ниските обороти, докато по-късите тръбопроводи дават по висока мощност в високите обороти.



Фиг.10 Изменение на ефективната мощност на двигателя при диаметър на пълнителните тръбопроводи 36мм и изменение на дължината от 400 до 800мм



Фиг.11 Изменение на ефективната мощност на двигателя при диаметър на пълнителните тръбопроводи 38мм и изменение на дължината от 400 до 800мм



Фиг.12 Изменение на ефективната мощност на двигателя при диаметър на пълнителните тръбопроводи 40мм и изменение на дължината от 400 до 800мм

## 5. Изводи

- Увеличаването на диаметрите на ресивъра от 60 на 120мм води до увеличаване на мощността при високите честоти на въртене до 4%;
- Увеличаване на диаметъра на тръбопроводите повишава ефективната мощност на бензиновия двигател при високите обороти с до 14%;
- За постигане на максимални мощностни показатели в целия честотен диапазон е необходимо изменение на дължината на пълнителните тръбопроводи в целия изследван диапазон от 400 до 800мм.

## Литература

- [1] Димитров, П.И. (2007). Системи за управление на процесите в двигателите с вътрешно горене (Втора част). София: Технически университет.
- [2] Пунов, П., Теоретично и експериментално изследване на газодинамичните процеси в пълнителния тръбопровод на бензинов двигател с вътрешно горене, XV Научно-техническа конференция с международно участие, ЕКО Варна, 2009, Том 16, стр. 255-262.
- [3] Winterbone, D.E. and Pearson, R.J. (2000). Theory of engine manifold design (Wave action method for IC engines). London: Professional Engineering.
- [4] Volvo 850 GLT. Technical information – Engine
- [5] Ricardo, Wave 8.0 help system.
- [6] <http://www.mecanicavirtual.org/admission-variable.htm>

# NUMERICAL INVESTIGATION OF THE INTAKE SYSTEM GEOMETRICAL PARAMETERS BY THE GASOLINE ENGINE PERFORMANCE

NIKOLAY MILKOV  
 Technical University of Sofia, Bulgaria  
 milkov\_89@abv.bg

PLAMEN PUNOV  
 Department of Combustion Engines, Automobile Engineering and  
 Transport, Technical University of Sofia, Bulgaria  
 plamen\_punov@tu-sofia.bg